

LAMPIRAN D3



PENYEMAKAN KERTAS SOALAN PEPERIKSAAN  
*Proof-reading of Examination Question Paper*

Untuk Kegunaan Seksyen Peperiksaan dan Pengijazahan	
Nombor Sampul	
Tarikh Peperiksaan	
Sesi Peperiksaan	PAGI / PETANG

Gunakan satu proforma untuk satu kertas soalan peperiksaan.  
*Use separate proforma for each Question Paper*

Kepada : Ketua Penolong Pendaftar  
Seksyen Peperiksaan dan Pengijazahan

SAYA/KAMI TELAH MENYEMAK SALINAN-SALINAN KERTAS SOALAN PEPERIKSAAN BERTAIP YANG DISEBUTKAN DI BAWAH INI :

*I/We have checked the typed copies of the Examination Paper stated below :*

Kod Kursus : EBP 420/2 Tajuk Kursus : Kejuruteraan Getah  
*Course Code Course Title*  
Rubber Engineering  
Jangka Masa Peperiksaan : 2 Jam Bilangan Muka Surat Bertaip : 8+1 Muka Surat : 8+1 Bilangan Soalan Yang Perlu Dijawab : 4 Soalan  
*Duration of Examination Number of typed pages Pages Number of questions required to be answered Questions*

Soalan-soalan dijawab atas : <i>Questions to be answered in :</i>	BUKU JAWAPAN <i>Answer Book</i>	OMR <i>OMR Form</i>	JAWAB DALAM KERTAS SOALAN <i>Answer In Question Paper</i>
Sila (✓) Please (✓)	✓		

DENGAN INI DISAHKAN BAHAWA KERTAS SOALAN PEPERIKSAAN INI ADALAH TERATUR, BETUL DAN SEDIA UNTUK DICETAK.

*Certified that this question paper is in order, correct and ready for printing.*

Nama Pemeriksa : AZURA A. RAHMATI Tandatangan : [Signature] Tarikh : 25/10/16  
*Name of Examiner(s) Signature Date*  
Huruf Besar Raah khimi [Signature] 2/11/16  
*In Block Capitals*

Tandatangan dan Cop Rasmi : [Signature] Tarikh : 11/11/16  
*Signature and Official Stamp Date*  
DEKAN/PENGARAH : P. Peng. Kej. Bahan & Sumber Mineral  
Kampus Kejuruteraan  
Universiti Sains Malaysia

NOTA : Pemeriksa-pemeriksa yang menyediakan kertas soalan peperiksaan adalah bertanggungjawab atas ketepatan isi kandungan kertas soalan peperiksaan berkenaan.  
*NOTE : Accuracy of the contents of the question paper is the responsibility of the Examiner(s) who set the question paper.*

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2016/2017 Academic Session

December 2016 / January 2017

## EBP 420/2 – Rubber Engineering [Kejuruteraan Getah]

Duration : 2 hours  
[Masa : 2 jam]

---

Please ensure that this examination paper contains EIGHT printed pages and ONE page APPENDIX before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LAPAN muka surat dan SATU muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

This paper consists of SIX questions. THREE questions from PART A and THREE questions from PART B.

*[Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan. TIGA soalan dari BAHAGIAN A dan TIGA soalan dari BAHAGIAN B].*

**Instruction:** Answer **FOUR** questions. Answer **TWO** questions from PART A and **TWO** questions from PART B. If a candidate answers more than four questions only the first four questions answered in the answer script would be examined.

**[Arahan:** Jawab **EMPAT** soalan. Jika calon menjawab lebih daripada empat soalan hanya empat soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

*[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]*

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

*[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]*

In the event of any discrepancies in the examination questions, the English version shall be used.

*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.]*

**PART A / BAHAGIAN A**

1. A rectangular rubber block bearing with infinite length, measuring 40 mm x 12 mm (width x thickness), have the following rubber properties:

- Young's modulus =  $4.45 \text{ MN/m}^2$
- Shear modulus =  $1.06 \text{ MN/m}^2$
- Bulk modulus =  $1150 \text{ MN/m}^2$
- Correction factor = 0.57

- [a] Using the classical approach, calculate the required force to compress it by 15%.

*Satu blok gelas getah segiempat tepat dengan panjang tak terhingga berukuran 40 mm x 12 mm (lebar x tebal), diperbuat daripada getah dengan sifat-sifat getah seperti berikut:*

- *Modulus Young =  $4.45 \text{ MN/m}^2$*
- *Modulus ricih =  $1.06 \text{ MN/m}^2$*
- *Modulus pukal =  $1150 \text{ MN/m}^2$*
- *Faktor pembetulan = 0.57*

- [a] *Menggunakan pendekatan klasik, kirakan daya yang diperlukan untuk memampatkannya sebanyak 15 %.*

(30 marks/markah)

- [b] If the statistical approach is used, calculate the required force to compress it by 15%.

*Jika pendekatan statistik digunakan, kirakan daya yang diperlukan untuk memampatkannya sebanyak 15 %.*

(30 marks/markah)

- [c] If the Lindley approach is used, calculate the required force to compress it by 15% and explain why the expected results are more accurate.

*Jika pendekatan Lindley digunakan, kirakan daya yang diperlukan untuk memampatkannya sebanyak 15 % dan jelaskan kenapa keputusan yang dijangka adalah lebih tepat.*

(40 marks/markah)

2. [a] Explain the mechanical fatigue of rubber in terms of:
- (i) Tearing of rubber based on trouser test pieces.
  - (ii) Fatigue crack growth behaviour.

*Jelaskan kelakuan fatig mekanikal untuk getah dalam konteks:*

- (i) *Kelakuan pencarikan getah berdasarkan sampel ujian berbentuk seluar.*
- (ii) *Kelakuan perambatan retakan fatig getah.*

(60 marks/markah)

[b] For an unprotected vulcanizate with the following properties:

- Threshold energy for ozone crack growth  $G_z = 0.03 \text{ Jm}^{-2}$
- mechanico- oxidative crack growth  $G_o = 30 \text{ Jm}^{-2}$ ,
- Young's modulus = 4 MPa
- crack length = 0.02 mm.
- $K = 2$ ,  $U = 0.5 Ee^2$

predict the threshold energy for ozone crack growth if the natural occurring flaws increased to 0.05 mm

*Untuk satu vulkanizat getah yang tidak dilindungi dengan sifat-sifat berikut:*

- *Tenaga ambang untuk perambatan retak akibat ozon  $G_z = 0.03 \text{ Jm}^{-2}$*
- *Perambatan retak akibat oksidatif mekanikal  $G_o = 30 \text{ Jm}^{-2}$ ,*
- *Modulus Young = 4 MPa*
- *panjang retak = 0.02 mm.*
- *$K = 2$ ,  $U = 0.5 Ee^2$*

*ramalkan tenaga ambang untuk perambatan retakan akibat ozon jika kecacatan semulajadi meningkat kepada 0.05 mm.*

(40 marks/markah)

3. [a] Explain briefly with schematic illustrations the below:

- (i) Mullin's effect
- (ii) Payne's effect
- (iii) Non-Linear Behaviour

*Jelaskan secara ringkas dengan bantuan gambarajah skematik bagi perkara-perkara di bawah:*

- (i) *Kesan Mullin*
- (ii) *Kesan Payne*
- (iii) *Kelakuan tak linear*

(50 marks/markah)

[b] A bonded rubber unit with the following properties:

- Shear Modulus,  $G = 1 \text{ MPa}$
- Height,  $h = 1 \text{ cm}$
- Threshold energy for mechanical crack growth  $G_0 = 60 \text{ Jm}^{-2}$
- Crack growth constant,  $A = 2 \times 10^{-8} \frac{\text{m / cycle}}{\text{kJ / m}^2}$
- $U = 0.5 G \epsilon^2$ .

- (i) Calculate the maximum cyclic strain for the bonded rubber shear unit.
- (ii) Predict the crack growth formation  $10^6$  per year if the maximum cyclic strain of 20% is applied per year.

*Satu unit getah terikat dengan sifat-sifat berikut:*

- *Modulus ricih,  $G = 1 \text{ MPa}$*
- *Tinggi,  $h = 1 \text{ cm}$*
- *Perambatan retakan akibat oksidatif mekanik  $G_0 = 60 \text{ Jm}^{-2}$*
- *Pemalar perambatan retak,  $A = 2 \times 10^{-8} \frac{\text{m / kitaran}}{\text{kJ / m}^2}$*
- *$U = 0.5 G \epsilon^2$ .*

- (i) *Kirakan kitaran terikan maksimum bagi unit getah terikat itu.*
- (ii) *Ramalkan pembentukan perambatan retak  $10^6$  setahun jika kitaran terikan maksimum sebanyak 20% dikenakan dalam masa setahun.*

(50 marks/markah)

**PART B / BAHAGIAN B**

4. [a] Define viscoelastic properties of rubber materials using Kelvin-Voight and Maxwell models.

*Takrifkan sifat viskoelastik bahan getah menggunakan model Kelvin-Voight dan Maxwell.*

(20 marks/markah)

- [b] A number of rubber engineering applications involve deformation of the product in a cyclic loading. Sketch idealized cyclic stress-strain curve of a vibration engine mounting moves repeatedly through a sinusoidal cyclic deformation. Identify the phase angle,  $\delta$  and derive the complex modulus  $E^*$  and  $(\tan \delta)$ .

*Beberapa aplikasi kejuruteraan getah melibatkan ubah bentuk produk semasa beban kitaran. Lakarkan kitaran lengkung tegasan-terikan ideal untuk aci pemancu enjin yang bergerak melalui ubah bentuk kitaran gelombang sinus. Kenal pasti sudut fasa,  $\delta$  dan terbitkan modulus kompleks  $E^*$  dan  $(\tan \delta)$ .*

(50 marks/markah)

- [c] Define damping and briefly describe two commonly used methods for assessing damping of a material.

*Takrifkan redaman dan jelaskan secara ringkas dua kaedah yang biasa digunakan untuk menilai redaman bahan.*

(30 marks/markah)

5. [a] Transmissibility curves of high and low damping rubbers is shown in Figure 1. Discuss the importance of transmissibility parameters at  $f/f_n = 1.0$  and  $1.4142$  and suggest which material has high damping performance.

*Lengkung transmisibiliti getah redaman tinggi dan rendah ditunjukkan dalam Rajah 1. Bincangkan kepentingan parameter transmisibiliti pada  $f/f_n = 1.0$  dan  $1.4142$  dan cadangkan bahan yang mempunyai prestasi redaman tinggi.*

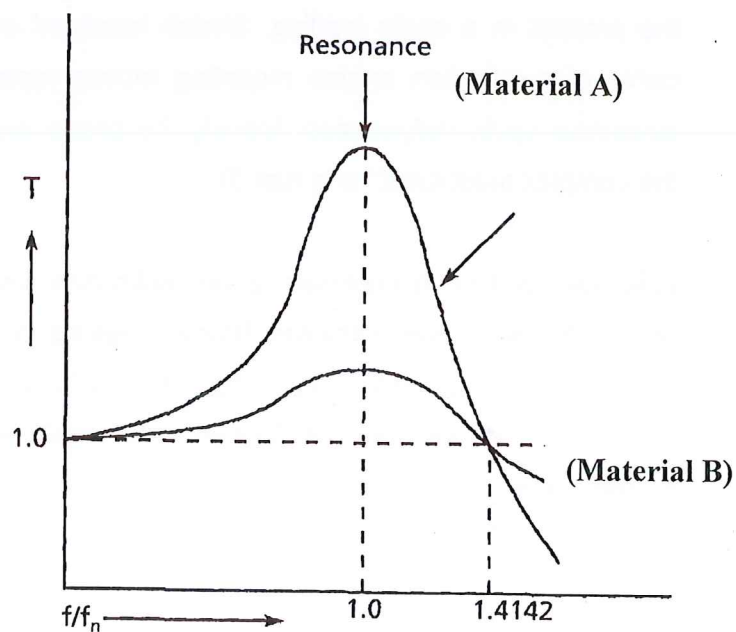


Figure 1: Transmissibility curves of high and low damping rubbers

*Rajah 1 : Lengkung transmisibiliti getah redaman tinggi dan rendah*

(50 marks/markah)

- [b] Explain the effect of temperature on the transmissibility of rubber material.

*Terangkan kesan suhu ke atas transmisibiliti bahan getah.*

(20 marks/markah)



- [c] Skid resistance of tire can be defined as the force developed when a tire is prevented from rotating slides along the road surface. Describe all the generated frictional force and compare their relations with the skid resistance of tire.

*Rintangan gelinciran tayar boleh didefinisikan sebagai daya yang terhasil semasa tayar dihalang daripada berputar mengelincir sepanjang permukaan jalan. Jelaskan semua daya geseran yang terjana dan bandingkan perkaitan antara daya-daya geseran tersebut dengan rintangan gelinciran tayar.*

(30 marks/markah)

6. [a] A particle reinforced high damping rubber is bonded between two metal plates for used as a vibration isolator under a cyclic shear stress loading. Discuss the damping mechanisms for individual components in the system and with appropriate damping models express the proposed damping mechanisms to obtain total damping capacity of the materials.

*Satu getah tinggi redaman diperkuat partikel dilekatkan di antara dua kepingan logam untuk digunakan sebagai penyerap getaran di bawah kitaran beban ricih. Bincangkan mekanisme redaman untuk kesemua komponen individu dalam sistem tersebut dan dengan model redaman yang sesuai terangkan mekanisme redaman yang dicadangkan untuk memperolehi jumlah kapasiti redaman bahan tersebut.*

(70 marks/markah)

- [b] Illustrate the force-deformation behaviour for Raykin Dock Fender under shear load, compression load and total load.

*Gambarkan kelakuan-canggaan untuk Fender Dok Raykin di bawah bebanan ricih, bebanan mampatan dan beban keseluruhan.*

(30 marks/markah)

**APPENDIX 1****LAMPIRAN 1**

$$\sigma = \frac{E_c}{3} \left( \frac{1}{\lambda^2} - \lambda \right)$$

$$S = \frac{LB}{2t(L+B)}$$

$$S = \frac{a}{2t}$$

$$S = \frac{b}{2t}$$

$$E_c = E_o (1 + 2kS^2)$$

$$E_c = E_o (1 + 2S^2)$$

$$E_c = \frac{4}{3} E_o (1 + kS^2)$$

$$\frac{\partial}{E} = \ln \frac{1}{\lambda} + kS^2 \left( \frac{1}{\lambda^2} - 1 \right)$$

$$K_s = \frac{AG}{t}$$

$$K_c = \frac{AEc}{t}$$

$$T = Uh$$

$$\frac{dc}{dn} = A((T - T_o) + r_o)$$

$$T^2 = \frac{1 + \tan^2 \delta}{\left[ 1 - \left( \frac{W}{W^n} \right)^2 \frac{G_o^1}{G^1} \right]^2 + \tan^2 \delta}$$

$$\frac{F}{x} = 2(k_c \cos^2 \partial + k_s \sin^2 \partial)$$

$$T_t = T_q + T_b$$